

#2

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: **Tomoyuki AKIYAMA**

Serial No.: **Not Yet Assigned**

Filed: **September 27, 2001**

For: **OPTICAL TIME-DIVISION MULTIPLEX SIGNAL PROCESSING APPARATUS AND METHOD, OPTICAL TIME-DIVISION MULTIPLEX SIGNAL RECEIVER**

**CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119**

Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

September 27, 2001

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application is hereby requested for the above-identified application, and the priority provided in 35 U.S.C. 119 is hereby claimed:

**Japanese Appln. No. 2000-371918, filed December 6, 2000**

In support of this claim, the requisite certified copy of said original foreign application is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the applicant has complied with the requirements of 35 U.S.C. 119 and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of said certified copy.

In the event that any fees are due in connection with this paper, please charge our Deposit Account No. 01-2340.

Respectfully submitted,  
ARMSTRONG, WESTERMAN, HATTORI  
McLELAND & NAUGHTON, LLP



Donald W. Hanson  
Reg. No. 27,133

Atty. Docket No.: 011272  
Suite 1000, 1725 K Street, N.W.  
Washington, D.C. 20006  
Tel: (202) 659-2930  
Fax: (202) 887-0357  
DWH/ll



PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT



This is to certify that the annexed is a true copy  
of the following application as filed with this office.

Date of Application: December 6, 2000

Application Number: Japanese Patent Application  
No. 2000-371918

Applicant(s) FUJITSU LIMITED

August 17, 2001

Commissioner,  
Patent Office

Kouzo Oikawa (Seal)

Certificate No.2001-3073989

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

JC986 U.S. PTO  
09/963709  
09/27/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2000年12月 6日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2000-371918

出 願 人  
Applicant(s):

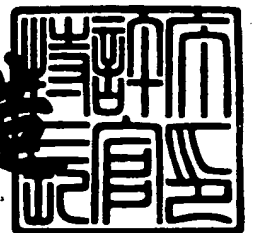
富士通株式会社

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2001年 8月17日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



【書類名】 特許願

【整理番号】 0041151

【提出日】 平成12年12月 6日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 H04J 3/04

【発明の名称】 光時分割多重化信号処理装置および処理方法、光時分割  
多重化信号受信装置

【請求項の数】 7

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通  
株式会社内

【氏名】 秋山 知之

【特許出願人】

【識別番号】 000005223

【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

【識別番号】 100070150

【住所又は居所】 東京都渋谷区恵比寿4丁目20番3号 恵比寿ガーデン  
プレイスタワー32階

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊東 忠彦

【電話番号】 03-5424-2511

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 002989

【納付金額】 21,000円

【その他】 国等の委託研究の成果に係る特許出願（平成12年度新  
エネルギー・産業技術総合開発機構「フェムト秒テクノ  
ロジーの研究開発」委託研究、産業活力再生特別措置法  
第30条の適用を受けるもの）

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704678

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光時分割多重化信号処理装置および処理方法、光時分割多重化信号受信装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光時分割多重化信号と光クロック信号とを供給され、これらに光分散を与える光分散部と、

前記光分散部に光学的に結合され、前記光時分割多重化信号と前記光クロック信号とを重畳して受光する光検出器と、

前記光検出器の出力端子に接続され、前記光検出器の出力電気信号から所望の周波数帯域の電気信号を抽出するフィルタとを備えたことを特徴とする光時分割多重化信号処理装置。

【請求項 2】 前記光分散部は、前記光時分割多重化信号を供給される第 1 の入射端と光クロック信号を供給される第 2 の入射端とを備え前記光時分割多重化信号と光クロック信号とを光学的に結合する光結合器と、前記光結合器の出射端に光学的に結合され、前記光時分割多重化信号と光クロック信号とに光分散を与える分散媒質とよりなることを特徴とする請求項 1 記載の光時分割多重化信号処理装置。

【請求項 3】 前記光分散部は、前記光時分割多重化信号を供給される第 1 の分散媒質と、前記光クロック信号を供給される第 2 の分散媒質と、前記第 1 の分散媒質を通過した前記光時分割多重化信号と前記第 2 の分散媒質を通過した前記光クロック信号とを合波する光結合器とよりなることを特徴とする請求項 1 記載の光時分割多重化信号処理装置。

【請求項 4】 光時分割多重化信号と光クロック信号とに、それぞれチャープを与える工程と、

前記チャープを与えられた光時分割多重化信号と光クロック信号との間のビート成分を検出する工程とよりなることを特徴とする、光時分割多重化信号の処理方法。

【請求項 5】 光時分割多重化信号と光クロック信号とを供給され、これらに光分散を与える光分散部と、

前記光分散部に光学的に結合され、前記光時分割多重化信号と前記光クロック信号とを重畳して受光する光検出器と、

前記光検出器の出力端に接続され、前記光検出器の出力電気信号から所望の周波数帯域の電気信号を抽出するフィルタと、

前記フィルタの出力信号を供給される包絡線検波器とを備えたことを特徴とする光時分割多重化信号受信装置。

【請求項 6】 光時分割多重化信号を供給され、これに光分散を与える第 1 の光分散部と、

光クロック信号を供給され、これに光分散を与える第 2 の光分散部と、

各々前記第 1 および第 2 の光分散部に光学的に結合され、前記時分割多重化信号と前記光クロック信号とを重畳して受光する複数の光検出器と、

前記複数の光検出器の出力信号をそれぞれ供給される複数の帯域通過フィルタと、

前記複数の帯域通過フィルタの出力信号をそれぞれ供給される複数の包絡線検波器とよりなり、

前記複数の帯域通過フィルタは、互いに異なった通過帯域を有することを特徴とする光時分割多重化信号受信装置。

【請求項 7】 光時分割多重化信号を供給され、これに光分散を与える第 1 の光分散部と、

光クロック信号を供給され、これに光分散を与える第 2 の光分散部と、

各々前記光分散部に光学的に結合され、前記光分散を与えられた前記光クロック信号をそれぞれの遅延時間で遅延させる複数の光遅延素子と、

各々前記第 1 の光分散部と前記複数の光遅延素子の一つとに光学的に結合され、前記時分割多重化信号と前記光クロック信号とを重畳して受光する複数の光検出器と、

前記複数の光検出器の出力信号をそれぞれ供給される複数の帯域通過フィルタと、

前記複数の帯域通過フィルタの出力信号をそれぞれ供給される複数の包絡線検波器とよりなることを特徴とする光時分割多重化信号受信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は一般に光信号処理装置に係り、特に光時分割多重化信号処理装置に関する。

【0002】

光時分割多重化技術は、波長多重化技術と並んで今日の超高速光通信系において必須の技術である。光時分割多重化技術においては各チャネルの信号成分が異なったタイミングでサンプリングされ、重ね合わされて多重化光信号が形成される。その結果、単一の光ファイバを介して複数チャネルの光信号を伝送することが可能になる。

【0003】

【従来の技術】

光時分割多重化技術では、入来する光時分割多重化信号の速度が一般にフォトダイオード等の高速光検出器の応答速度よりもはるかに高速であるため、受信装置においては入来した光時分割多重化信号を電気光学変調器により各チャネルの光信号成分にいったん分離し、これをフォトダイオードにより検出することが行われている。

【0004】

図1は、従来の光時分割多重化信号受信装置10の一例を示す。

【0005】

図1を参照するに、光ファイバ11中を伝送される光時分割多重信号OTDMは電気光学変調器12に供給されるが、前記電気光学変調器12はクロック信号源13から指定のチャネルに対応したクロック電圧信号を供給され、透過率を前記クロック電圧信号に応じて変化させる。その結果、前記電気光学変調器12では前記入来光時分割多重信号に対して、前記クロック電圧信号に対応したタイミングで光学的なサンプリングがなされ、所望のチャネルの光信号成分が抽出される。このようにして抽出された光信号成分は光ファイバあるいは光導波路を介してフォトダイオード14に供給され、電気信号に変換される。



【0006】

図2は、別の従来の光時分割多重化信号受信装置20の構成を示す。

【0007】

図2を参照するに、光ファイバ21中を伝送される光時分割多重化信号OTDMは、光導波路22を介して光クロック信号を供給される全光ゲート23に供給され、全光ゲート23は前記光クロック信号に応じて透過率を変化させる。その結果、前記全光ゲート23の出射側に形成された光導波路24には、前記光クロック信号に対応したチャネルの光信号成分が抽出・出力され、フォトダイオード25により検出される。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、図1の構成では、電気光学変調器12の応答速度はフォトダイオードの応答速度よりは速いものの、限界があり、光時分割多重化信号の伝送速度がさらに向上した場合には、もはや有効でなくなる。

【0009】

一方図2の構成では、全光ゲート23は高速光時分割多重化信号に応答可能な速度を有するが、かかる全光ゲート23は光クロック信号による光吸収飽和をその動作原理としているため、オンオフ駆動するのに強力な光クロック信号を必要とし、構成が大掛かりになってしまう問題点を有する。

【0010】

そこで本発明は上記の課題を解決した、新規で有用な光時分割多重化信号処理装置を提供することを概括的課題とする。

【0011】

本発明のより具体的な課題は、簡単な構成で高速光時分割多重化信号から各チャネルの光信号成分を抽出できる光時分割多重化信号処理装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】

本発明は上記の課題を、光時分割多重化信号と光クロック信号とを供給され、

これらに光分散を与える光分散部と、前記光分散部に光学的に結合され前記光時分割多重化信号と前記光クロック信号とを重畳して受光する光検出器と、前記光検出器の出力端に接続され、前記光検出器の出力電気信号から所望の周波数帯域の電気信号を抽出するフィルタとを備えたことを特徴とする光時分割多重化信号処理装置により、解決する。

## 【 0 0 1 3 】

本発明によれば、前記光時分割多重化信号と光クロック信号とは前記光分散部によりチャープを与えられ、その結果、それぞれのスペクトルは時間と共に波長が変化するように変化する。その際、各々の光信号は入来時には非常に短い光インパルスであっても、チャープの結果、より長い時間持続する波形を有する光信号に変化する。本発明ではかかるチャープを与えられた光信号が重畳される結果、前記光時分割多重信号と光クロック信号との間には干渉により、前記光時分割多重信号と光クロック信号との間のタイミング差に対応した周波数のビートが発生する。そこで、かかるビートを光検出器により検出し、所望の周波数帯域をフィルタにより切り出すことにより、前記光時分割多重化信号から所望のチャンネルの信号成分を抽出することが可能になる。

## 【 0 0 1 4 】

すなわち本発明により、非常に簡単な構成により高速光時分割多重化信号を各チャンネルに分離する信号処理装置、および受信装置が可能になる。

## 【 0 0 1 5 】

## 【発明の実施の形態】

## 〔第 1 実施例〕

図 3 は本発明の第 1 実施例による光時分割多重化信号の受信装置 3 0 の構成を、図 4 は前記受信装置 3 0 の動作原理を説明する図である。

## 【 0 0 1 6 】

図 3 を参照するに、前記受信装置 3 0 では入来光時分割多重化信号 O T D M を導波する光ファイバ 3 1 と光クロック信号 C L K を導波する光ファイバ 3 2 とが光結合器 3 3 において光学的に結合される構成を有し、前記光結合器 3 3 においては前記時分割多重化信号 O T D M と光クロック信号 C L K とが合波される。か

かる合波の結果形成された光信号は、光ファイバルーブなどよりなる分散媒質 3 4 中に出射される。光時分割多重化信号 O T D M および光クロック信号 C L K は、図 3 中 ( a ) , ( b ) に示すように光パルス列よりなるが、以下図 4 で詳細に説明するように、前記分散媒質中 3 4 中において前記光時分割多重化信号 O T D M および光クロック信号 C L K を構成する光パルスは各々がチャープを受ける。

## 【 0 0 1 7 】

このようにしてチャープを受けた光時分割多重化信号 O T D M および光クロック信号 C L K はフォトダイオード 3 5 において電気信号に変換され、さらにフィルタを含む復調回路 3 6 により、図 3 中、( c ) に示すように所望のチャネルの信号成分が前記フォトダイオード 3 5 の出力電気信号から抽出される。

## 【 0 0 1 8 】

図 4 を参照するに、前記光ファイバ 3 1 中を伝送される光時分割多重化信号 O T D M では、図 4 中 ( b ) に示すようにチャネル 1 ~ 4 の光信号パルスが順次繰り返されており、各々の光信号パルスは、インパルスに特有の広がった周波数スペクトルを有するのがわかる。前記光ファイバ 3 2 中の光クロック信号 C L K も、図 4 中 ( a ) に示すように同様な広がった周波数スペクトルを有し、前記光結合器 3 3 において前記光時分割多重化信号 O T D M と光クロック信号 C L K とが合波される結果、前記光結合器 3 3 から前記分散媒質 3 4 に入射する光信号は、図 4 中 ( c ) に示すように、前記光時分割多重化信号 O T D M と前記光クロック信号 C L K とを重畳したスペクトルを有する。図示の例では、前記光クロック信号 C L K のタイミングは、チャネル 1 の光信号パルスのタイミングよりもやや遅れている。

## 【 0 0 1 9 】

このようにして前記分散媒質 3 4 に入来した光信号は、先に説明したように前記分散媒質 3 4 中における分散の結果チャープを生じ、前記光信号中のそれぞれの光パルスでは、当初のスペクトルが、図 4 中 ( d ) に示すように周波数が時間と共に低周波から高周波へと変化するチャープを含む特徴的なスペクトルへと変化する。このようなチャープを含む光信号では、任意の時間においてチャネル 1 ~ 4 の光信号パルスと光クロック信号パルス C L K とが同時に存在することにな

り、従ってこれらの信号の相互干渉によりビートが生じる。

【0020】

例えば、前記チャンネル1の光パルススペクトルと光クロックの光パルススペクトルとの間には、前記光時分割多重化信号OTDMと光クロック信号CLKとが同一の分散媒質34中において同一のチャープを受けることに起因して、図4中に示すように一定の周波数差 $\Delta f$ が存在し、その結果前記分散媒質34を出射する光信号中には、図4中(e)に示すようにビート周波数 $\Delta f$ のビート信号が含まれるようになる。前記ビート周波数 $\Delta f$ のビート信号は、前記チャンネル1の光信号成分と光クロック信号との干渉により生じたものであり、従って前記チャンネル1の情報を保持している。

【0021】

そこで、前記分散媒質34の出射光信号をフォトダイオード35により検出することにより、図4中(e)に示すように前記ビート周波数 $\Delta f$ のビート信号を電気信号として検出することが可能になる。さらに前記フォトダイオード35の出力端子には、チャンネル2～4の光信号成分と前記光信号成分CLKとの干渉によるビート信号や、前記チャンネル1～4の光信号成分同士の干渉によるビート信号に対応する信号成分が含まれる。これらの追加のビート信号成分は、前記ビート周波数 $\Delta f$ よりも高いビート周波数を有する。

【0022】

そこで、前記フォトダイオード35の出力信号を適当なフィルタ回路を通し、前記ビート周波数 $\Delta f$ のビート信号を抽出することにより、チャンネル1を介して伝送された情報を再生することが可能になる。その際、前記フォトダイオード35は、高速光時分割多重化信号OTDM自体ではなく、前記周波数 $\Delta f$ のビート信号を検出すればよいため、信号検出に十分な応答特性を有している。

【0023】

図5(A)は、図3の光時分割多重信号処理装置30の可能性を検証するために構築された光信号処理装置の構成を示す。従って図5(A)中、先に図3で説明した部分に対応する部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。

【0024】

図 5 (A) を参照するに、前記光ファイバ 3 2 の入射端には光パルス発振器 3 1 A が設けられ、前記光パルス発振器 3 1 A はパルス幅が約 3 0 0 f s の光パルスを 8 0 M H z の繰り返し周波数で前記光ファイバ 3 2 中に注入する。

## 【 0 0 2 5 】

前記光ファイバ 3 2 中には前記光結合器 3 3 との間に光遅延素子 3 1 B と偏波コントローラ 3 1 C とが設けられ、先に前記光パルス発振器 3 1 A から注入された光パルスは、前記光遅延素子 3 1 B により遅延時間を与えられ、さらに前記偏波コントローラ 3 1 C により偏波面が制御された後、前記光結合器 3 3 において分散媒質として使われるシングルモードファイバループ 3 4 中に注入される。前記偏波コントローラ 3 1 C は、図 5 (B) に示すように  $1/4$  波長板 3 1 C<sub>1</sub> と  $1/2$  波長板 3 1 C<sub>2</sub> とを光軸上に配置した構成を有し、入射光が入射した場合に光軸回りで回転させることによりその偏波面を制御することができる。図 5 (A) の構成では、前記シングルモードファイバループ 3 4 として、長さが 1 k m の通常のシングルモードファイバを使っている。かかるシングルモード光ファイバは、例えば  $1.3 \mu m$  の波長帯域において分散がゼロ、 $1.55 \mu m$  の波長帯域において最大で  $10 p s / k m$  の分散を有するものであってもよい。

## 【 0 0 2 6 】

一方、前記光パルス発振器 3 1 A の出力光パルスは前記光遅延素子 3 1 B と光パルス発振器 3 1 A との間に設けられた結合器 3 1 D により分岐され、ハーフミラーとプリズムを組み合わせた光多重反射素子 3 1 E により、間隔が約 2.5 p s の光パルス列に変換される。図 5 の構成では、このようにして形成された光パルス列は前記光ファイバ 3 1 の端部に、前記光時分割多重化信号 O T D M の代わりに光多重化信号として注入される。

## 【 0 0 2 7 】

図 1 7 は、前記光遅延素子 3 1 B の具体的な構成例を示す。

## 【 0 0 2 8 】

図 1 7 を参照するに、前記光遅延素子 3 1 B は前記光結合器 3 1 D より延在する入力側光ファイバ 3 1 d に結合されたレンズ 3 1 B<sub>1</sub> と前記偏波コントローラ 3 1 C へと延在する出力側光ファイバ 3 1 c に結合されたレンズ 3 1 B<sub>2</sub> とを含

み、前記レンズ 3 1 B<sub>1</sub>と 3 1 B<sub>2</sub>との間には、直角プリズム 3 1 B<sub>3</sub>と 3 1 B<sub>4</sub>とが、前記プリズム 3 1 B<sub>3</sub>と 3 1 B<sub>4</sub>との間の距離が可変となるように配設されている。前記光ファイバ 3 1 d を介して入射した光ビームは前記直角プリズム 3 1 B<sub>3</sub>の一のミラー面で前記直角プリズム 3 1 B<sub>4</sub>へと反射され、一方前記直角プリズム 3 1 B<sub>4</sub>では前記直角プリズム 3 1 B<sub>3</sub>から入射した光ビームを互いに直角な二つのミラー面で順次反射して前記直角プリズム 3 1 B<sub>3</sub>に戻す。前記直角プリズム 3 1 B<sub>3</sub>に戻った光は前記一のミラー面に対して直角な別のミラー面で反射され、前記レンズ 3 1 B<sub>2</sub>により前記出力側光ファイバ 3 1 c 中に注入される。かかる構成の光遅延素子 3 1 B では、前記プリズム 3 1 B<sub>3</sub>と 3 1 B<sub>4</sub>との間の間隔を変化させることで、所望の光遅延を実現することができる。

## 【 0 0 2 9 】

図 6 は、前記光パルス発振器 3 1 A で形成されたパルス半値幅が 3 0 0 f s の光パルスを前記光ファイバ 3 4 中を通した場合に得られる波形を示す。

## 【 0 0 3 0 】

図 6 を参照するに、光パルスはパルス半値幅が 2 7 0 p s 程度まで広がっており、前記光ファイバ 3 4 中において実質的な分散が生じていることを示している。

## 【 0 0 3 1 】

図 7 は、前記フォトダイオード 3 5 の出力電気信号をスペクトルアナライザで分析した結果を示す。

## 【 0 0 3 2 】

図 7 を参照するに、前記フォトダイオード 3 5 の出力電気信号中には前記光ファイバ 3 4 中を伝播した各々の光パルスに対応して、0 G H z 近傍にスペクトルのピークが存在するのがわかる。図 7 では、さらに 9 G H z 近傍にも別のスペクトルピークが存在するのが見られるが、この別のスペクトルピークが、先に図 4 で説明した、前記光ファイバ 3 1 に注入された信号光パルスと光ファイバ 3 2 に注入された光クロックパルスとの間に形成される、ビート周波数  $\Delta f$  のビート信号に対応する。

## 【 0 0 3 3 】

そこで図 5 (A) の構成において、前記光学遅延素子 3 1 B による遅延時間を増加させると、前記ビート周波数  $\Delta f$  は増大し、図 7 において前記ビート信号は高周波側にシフトする。一方前記遅延時間を減少させると前記ビート周波数  $\Delta f$  は減少し、前記ビート信号は低周波側にシフトする。当然のことながら、前記遅延時間をゼロとした場合には、図 7 において前記ビート信号のスペクトルピークは光パルス自体のスペクトルピークと重なる。

## 【 0 0 3 4 】

さらに図 8 は、図 5 (A) の構成において前記光学遅延素子 3 1 B の遅延時間を変化させた場合の前記フォトダイオード 3 5 の出力電気信号を、7 GHz のビート周波数成分について取り出し観測した結果を示す。

## 【 0 0 3 5 】

図 8 を参照するに、遅延時間 3 p s 近傍の最初のピーク対は、前記光ファイバ 3 1 からの前記 OTDM 信号のうち最初の光パルスと、光ファイバ 3 2 からの光クロックパルスとの間のビートに対応しており、前記光クロックパルスのタイミングが前記 OTDM 信号パルスのタイミングよりも前にある場合と後にある場合とに対応して前記ピーク対を構成する二つのピークが、前記フォトダイオード 3 5 の出力電気信号中に現れる。続くピーク対は、二番目の OTDM 信号パルスと前記光クロックパルスとの間のビートに対応し、以下同様である。

## 【 0 0 3 6 】

このように、図 3 の構成により、入来する光時分割多重化信号 OTDM と光クロック信号との間においてビート信号を形成し、これを検出することが可能であることが立証された。

## 【 0 0 3 7 】

図 9 は、前記フォトダイオード 3 5 の出力電圧信号を、図 1 0 に示す復調回路 3 6 においてフィルタ 3 6 A によりフィルタして取り出したチャネル 1 の信号成分の波形を示す。かかる出力電圧信号を包絡線検波器 3 6 B により検波することにより、前記チャネル 1 の情報を再生することができる。

## 【 0 0 3 8 】

図 1 1 は図 3 の受信装置 3 0 の一変形例を示す。

## 【 0 0 3 9 】

図 1 1 の構成では、無偏波化装置 3 2 A が設けられ、前記光ファイバ 3 2 中に注入された光クロック信号 C L K を無偏波化する。また前記無偏波化装置 3 2 A は前記光結合器 3 3 の出射端に設けてもよい。

## 〔第 2 実施例〕

図 1 2 は本発明の第 2 実施例による光時分割多重化信号の受信装置 4 0 の構成を示す。ただし図 1 2 中、先に説明した部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。

## 【 0 0 4 0 】

図 1 2 を参照するに、本実施例の受信装置 4 0 では光時分割多重化信号 O T D M がシングルモードファイバ等よりなる第 1 の分散媒質 3 4 A に入来し、さらに光クロック信号 C L K が同じくシングルモードファイバ等よりなる第 2 の分散媒質 3 4 B に入来する。光ファイバ 3 4 A と 3 4 B とは光結合器 3 3 において光学的に結合され、前記光結合器 3 3 において合波された前記光時分割多重化信号 O T D M と光クロック信号 C L K とはフォトダイオード 3 5 に供給され、光電変換される。

## 【 0 0 4 1 】

さらに前記フォトダイオード 3 5 の出力電気信号は図 1 0 に示した復調回路 3 6 により処理され、所望のチャネルの情報が電気信号の形で再生される。

## 【 0 0 4 2 】

このように本実施例では光時分割多重化信号 O T D M と光クロック信号 C L K とが別々の分散媒質 3 4 A, 3 4 B において分散を受けチャープを生じるが、分散媒質 3 4 A, 3 4 B として、実質的に同一の分散特性を有する媒質を使うことにより、先の図 3 の受信装置 4 0 と同等の動作を実現することができる。

## 〔第 3 実施例〕

図 1 3 は本発明の第 3 実施例による多チャンネル光時分割多重化信号受信装置 5 0 の構成を示す。ただし図 1 3 中、先に説明した部分には同一の参照符号を付



し、説明を省略する。

【0043】

図13を参照するに、前記分散媒質34Aの出射端側には光結合器34aが設けられ、前記分散媒質34Aを通った光時分割多重化信号OTDMは複数の光導波路 $34_1 \sim 34_n$ に分岐され、それぞれの光導波路 $34_1 \sim 34_n$ は対応する光結合器 $33_1 \sim 33_n$ へと延在する。

【0044】

前記光結合器 $33_1 \sim 33_n$ にはさらに前記分散媒質34Bが光学的に結合され、従って各々の光結合器 $33_1 \sim 33_n$ においてはチャープを受けた光時分割多重化信号OTDMと、同じくチャープを受けた光クロック信号CLKとが合波される。

【0045】

このようにして合波された光信号は、前記光結合器 $33_1 \sim 33_n$ から対応するフォトダイオード $35_1 \sim 35_n$ へと伝送され、電気信号に変換される。

【0046】

前記フォトダイオード $35_1 \sim 35_n$ の出力電気信号はそれぞれの復調回路 $36_1 \sim 36_n$ により処理される。すなわち、前記復調回路 $36_1 \sim 36_n$ においてはそれぞれ所望チャネル $Ch_1 \sim Ch_n$ に対応したビート信号成分がフィルタリングにより抽出され、包絡線検波される。

【0047】

図14は、図13の構成において各チャネルの信号を分離するために前記復調回路 $36_1 \sim 36_n$ で使われるフィルタの特性を示す。

【0048】

図14よりわかるように、前記復調回路 $36_1 \sim 36_n$ において異なった通過帯域を有するフィルタを設けることにより、先に図4(e)で説明した光クロック信号CLKと任意のチャネル $Ch_1 \sim Ch_n$ の光信号成分との間のビート信号を取り出すことが可能になる。

[第4実施例]

図 1 5 は本発明の第 4 実施例による多チャンネル光時分割多重化信号受信装置 6 0 の構成を示す。ただし図 1 5 中、先に説明した部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。

## 【 0 0 4 9 】

図 1 5 を参照するに、前記受信装置 6 0 では前記分散媒体 3 4 B と光結合器 3 3<sub>1</sub> との間、分散媒体 3 4 B と光結合器 3 3<sub>2</sub> との間、・・・分散媒体 3 4 B と光結合器 3 3<sub>n</sub> との間に光遅延素子 3 4 b<sub>1</sub>, 3 4 b<sub>2</sub>, ... 3 4 b<sub>n</sub> がそれぞれ挿入され、前記光遅延素子 3 4 b<sub>1</sub> は前記光時分割多重化信号 O T D M 中のチャンネル 1 の光信号成分が前記光クロック信号 C L K との間に周波数が例えば 7 G H z 帯域のビート信号を生じるように設定された遅延時間  $\tau_1$  を有する。同様に前記光遅延素子 3 4 b<sub>2</sub> は前記光時分割多重化信号 O T D M 中のチャンネル 2 の光信号成分が前記光クロック信号 C L K との間に周波数が同じく 7 G H z 帯域のビート信号を生じるように設定された遅延時間  $\tau_2$  を有し、光遅延素子 3 4 b<sub>n</sub> も、前記光時分割多重化信号 O T D M 中のチャンネル n の光信号成分が前記光クロック信号 C L K との間に 7 G H z 帯域のビート信号を生じるように設定された遅延時間  $\tau_n$  を有する。

## 【 0 0 5 0 】

かかる構成の受信機 6 0 では、前記フォトダイオード 3 5<sub>1</sub> ~ 3 5<sub>n</sub> の出力電気信号を協働する復調回路 3 6<sub>1</sub> ~ 3 6<sub>n</sub> において、図 1 6 に示すようにビート周波数に対応した実質的に同一の通過帯域でフィルタすることにより、前記光時分割多重化信号 O T D M 中の各チャンネルの光信号を再生することが可能になる。

## 【 0 0 5 1 】

図 1 5 の構成では、前記復調回路 3 6<sub>1</sub> ~ 3 6<sub>n</sub> がいずれも同一の周波数帯域、例えば 7 G H z 帯域の信号を処理するため、図 1 3 の構成に比べてフォトダイオード 3 5<sub>1</sub> ~ 3 5<sub>n</sub> に対する応答特性の要求が緩和される。

## 【 0 0 5 2 】

以上の各実施例において、前記分散媒質 3 4 あるいは 3 4 A, 3 4 B はシングルモード光ファイバに限定されるものではなく、プリズムや回折格子等を使うことも可能である。

【 0 0 5 3 】

以上、本発明を好ましい実施例について説明したが、本発明はかかる特定の実施例に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載した要旨内において様々な変形・変更が可能である。

(付記)

(付記 1) 光時分割多重化信号と光クロック信号とを供給され、これらに光分散を与える光分散部と、

前記光分散部に光学的に結合され、前記光分散部中において前記光時分割多重化信号と前記光クロック信号とを重畳して受光する光検出器と、

前記光検出器の出力端に接続され、前記光検出器の出力電気信号から所望の周波数帯域の電気信号を抽出するフィルタとを備えたことを特徴とする光時分割多重化信号処理装置。

【 0 0 5 4 】

(付記 2) 前記光分散部は、前記光時分割多重化信号を供給される第 1 の入射端と光クロック信号を供給される第 2 の入射端とを備え前記光時分割多重化信号と光クロック信号とを光学的に結合する光結合器と、前記光結合器の出射端に光学的に結合され、前記光時分割多重化信号と光クロック信号とに光分散を与える分散媒質とよりなることを特徴とする付記 1 記載の光時分割多重化信号処理装置。

【 0 0 5 5 】

(付記 3) 前記分散媒質はシングルモード光ファイバ、あるいは回折格子、あるいはプリズムよりなることを特徴とする付記 2 記載の光時分割多重化信号処理装置。

【 0 0 5 6 】

(付記 4) 前記光結合器は、前記第 2 の入射端に無偏波化素子を含むことを特徴とする付記 2 記載の光時分割多重化信号処理装置。

【 0 0 5 7 】

(付記 5) 前記光分散部は、前記光時分割多重化信号を供給される第 1 の分散媒質と、前記光クロック信号を供給される第 2 の分散媒質と、前記第 1 の分散

媒質を通過した前記光時分割多重化信号と前記第 2 の分散媒質を通過した前記光クロック信号とを合波する光結合器とよりなることを特徴とする付記 1 記載の光時分割多重化信号処理装置。

【 0 0 5 8 】

(付記 6) 光時分割多重化信号と光クロック信号とに、それぞれチャープを与える工程と、

前記チャープを与えられた光時分割多重化信号と光クロック信号との間のビート成分を検出する工程とよりなることを特徴とする、光時分割多重化信号の処理方法。

【 0 0 5 9 】

(付記 7) 光時分割多重化信号と光クロック信号とを供給され、これらに光分散を与える光分散部と、

前記光分散部に光学的に結合され、前記光時分割多重化信号と前記光クロック信号とを重畳して受光する光検出器と、

前記光検出器の出力端に接続され、前記光検出器の出力電気信号から所望の周波数帯域の電気信号を抽出するフィルタと、

前記フィルタの出力信号を供給される包絡線検波器とを備えたことを特徴とする光時分割多重化信号受信装置。

【 0 0 6 0 】

(付記 8) 光時分割多重化信号を供給され、これに光分散を与える第 1 の光分散部と、

光クロック信号を供給され、これに光分散を与える第 2 の光分散部と、

各々前記第 1 および第 2 の光分散部に光学的に結合され、前記時分割多重化信号と前記光クロック信号とを重畳して受光する複数の光検出器と、

前記複数の光検出器の出力信号をそれぞれ供給される複数の帯域通過フィルタと、

前記複数の帯域通過フィルタの出力信号をそれぞれ供給される複数の包絡線検波器とよりなり、

前記複数の帯域通過フィルタは、互いに異なった通過帯域を有することを特徴

とする光時分割多重化信号受信装置。

【 0 0 6 1 】

(付記 9) 前記複数の帯域通過フィルタの各々は、前記時分割多重化光信号中に含まれる光信号成分と前記光クロック信号との間のビート成分の周波数に同調した通過帯域を有することを特徴とする付記 8 記載の光時分割多重化信号受信装置。

【 0 0 6 2 】

(付記 1 0) 光時分割多重化信号を供給され、これに光分散を与える第 1 の光分散部と、

光クロック信号を供給され、これに光分散を与える第 2 の光分散部と、

各々前記光分散部に光学的に結合され、前記光分散を与えられた前記光クロック信号をそれぞれの遅延時間で遅延させる複数の光遅延素子と、

各々前記第 1 の光分散部と前記複数の光遅延素子の一つとに光学的に結合され、前記時分割多重化信号と前記光クロック信号とを重畳して受光する複数の光検出器と、

前記複数の光検出器の出力信号をそれぞれ供給される複数の帯域通過フィルタと、

前記複数の帯域通過フィルタの出力信号をそれぞれ供給される複数の包絡線検波器とよりなることを特徴とする光時分割多重化信号受信装置。

【 0 0 6 3 】

(付記 1 1) 前記複数の光遅延素子は、実質的に同一の通過帯域を有することを特徴とする付記 1 0 記載の光時分割多重化信号受信装置。

【 0 0 6 4 】

(付記 1 2) 前記複数の光遅延素子は、前記光時分割多重化信号中の各チャネルに対応して設けられ、各々の光遅延素子は、対応するチャネルの光信号と前記光クロック信号との間に、前記通過帯域に対応する周波数のビート信号が形成されるように設定された遅延時間を有することを特徴とする付記 1 1 記載の光時分割多重化信号受信装置。

【 0 0 6 5 】

【発明の効果】

本発明によれば、チャープを与えた光時分割多重化信号と光クロック信号とを重畳することにより前記光時分割多重信号と光クロック信号との間のタイミング差に対応した周波数のビート信号を形成し、かかるビート信号を光検出器により検出し、さらに所望の周波数帯域をフィルタにより切り出すことにより、前記光時分割多重化信号から所望のチャネルの信号成分を抽出することが可能になる。すなわち本発明により、非常に簡単な構成により高速光時分割多重化信号を各チャネルに分離する信号処理装置、および受信装置が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

従来の光時分割多重化信号受信装置の構成を示す図である。

【図 2】

従来の別の光時分割多重化信号受信装置の構成を示す図である。

【図 3】

本発明の第 1 実施例による光時分割多重化信号受信装置の構成を示す図である。

【図 4】

図 3 の光時分割多重化信号受信装置の動作原理を説明する図である。

【図 5】

(A) , (B) は、図 3 の光時分割多重化信号受信装置に関する実験を説明する図である。

【図 6】

図 3 の光時分割多重化信号受信装置に関する実験を説明する別の図である。

【図 7】

図 3 の光時分割多重化信号受信装置に関する実験を説明するさらに別の図である。

【図 8】

図 3 の光時分割多重化信号受信装置に関する実験を説明するさらに別の図である。

【図 9】

図 3 の光時分割多重化信号受信装置に関する実験を説明するさらに別の図である。

【図 1 0】

図 3 の光時分割多重化信号受信装置で使われる復調回路の構成を示す図である。

【図 1 1】

図 3 の光時分割多重化信号受信装置の一変形例を示す図である。

【図 1 2】

本発明の第 2 実施例による光時分割多重化信号受信装置の構成を示す図である。

【図 1 3】

本発明の第 3 実施例による多チャンネル光時分割多重化信号受信装置の構成を示す図である。

【図 1 4】

図 1 3 の受信装置中の復調回路で使われる帯域通過特性を示す図である。

【図 1 5】

本発明の第 4 実施例による多チャンネル光時分割多重化信号受信装置の構成を示す図である。

【図 1 6】

図 1 5 の受信装置中の復調回路で使われる帯域通過特性を示す図である。

【図 1 7】

本発明で使われる光遅延素子の構成を示す図である。

【符号の説明】

- 1 0, 2 0 時分割多重化光信号受信装置
- 1 1, 2 1, 2 2, 2 4, 3 1, 3 1 c, 3 1 d, 3 2 光ファイバ
- 1 2 電気光学変調器
- 1 3 クロック信号源
- 2 3 全光ゲート

2 5, 3 5, 3 5<sub>1</sub> ~ 3 5<sub>n</sub> フォトダイオード  
3 1 A 光パルス発振器  
3 1 B, 3 4 b<sub>1</sub> ~ 3 4 b<sub>n</sub> 光遅延素子  
3 1 B<sub>1</sub>, 3 1 B<sub>2</sub> レンズ  
3 1 B<sub>3</sub>, 3 1 B<sub>4</sub> プリズム  
3 1 C 偏波コントローラ  
3 1 C<sub>1</sub>, 3 1 C<sub>2</sub> 位相補償板  
3 1 D, 3 3, 3 3<sub>1</sub> ~ 3 3<sub>n</sub>, 3 4 a 光結合器  
3 1 E 光多重反射素子  
3 2 A 偏波無依存化素子  
3 4, 3 4 A, 3 4 B 分散媒質  
3 6, 3 6<sub>1</sub> ~ 3 6<sub>n</sub> 復調器  
3 6 A 帯域フィルタ  
3 6 B 包絡線検波器

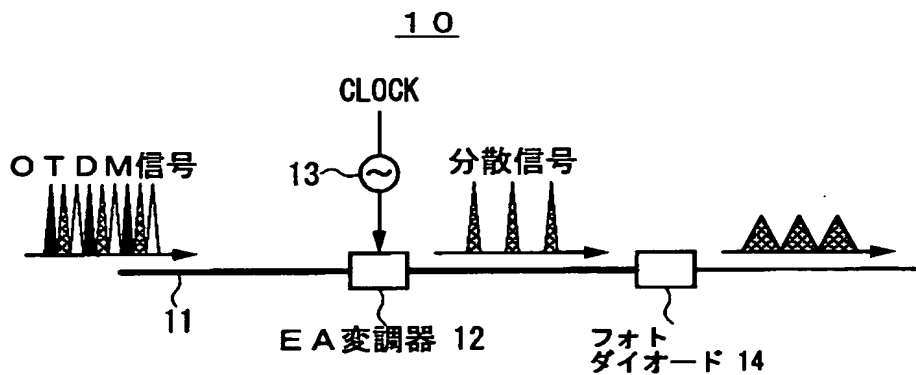


【書類名】

図面

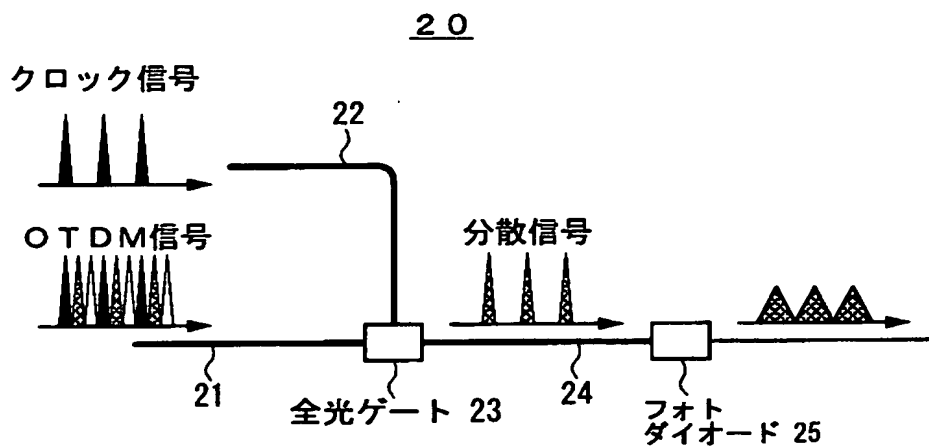
【図 1】

従来の光時分割多重化信号受信装置の構成を示す図



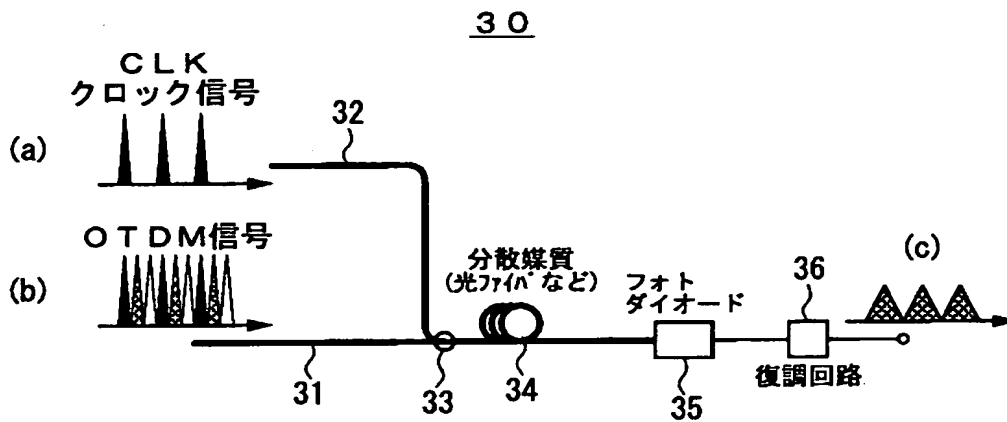
【図 2】

従来の別の光時分割多重化信号の構成を示す図



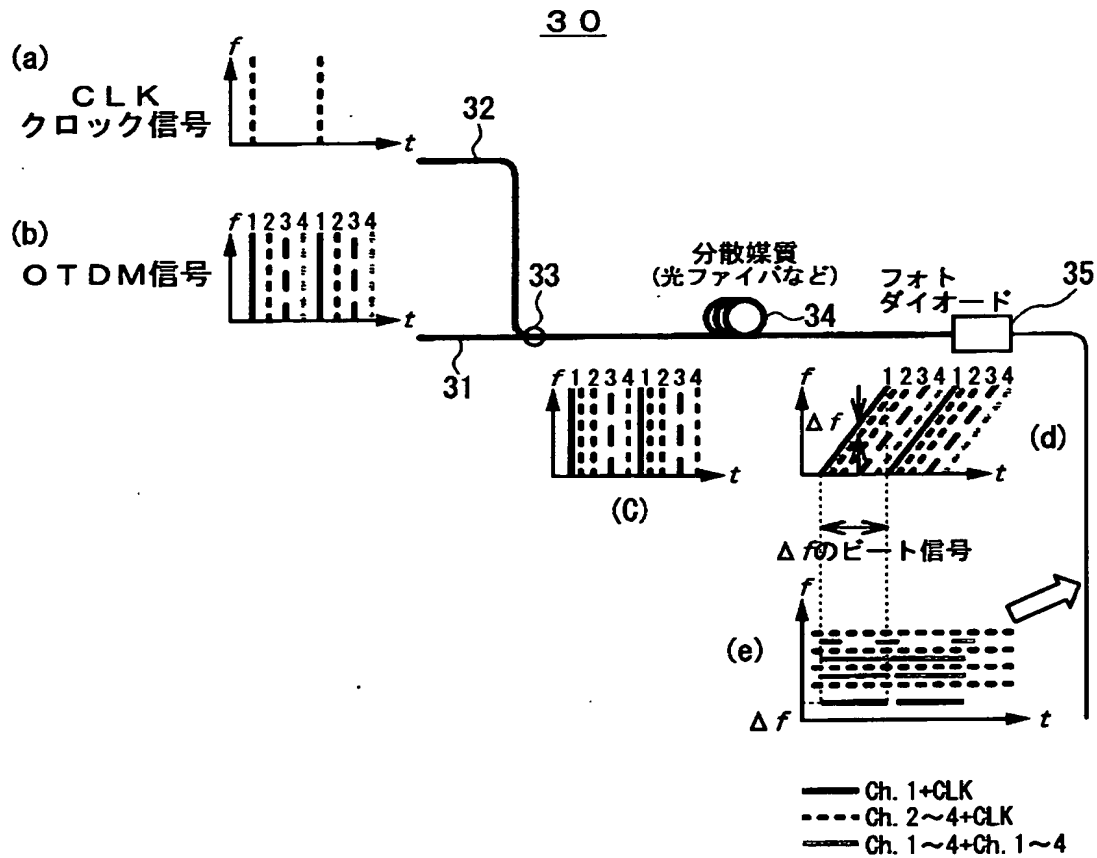
【図 3】

本発明の第 1 実施例による光時分割多重化信号  
受信装置の構成を示す図



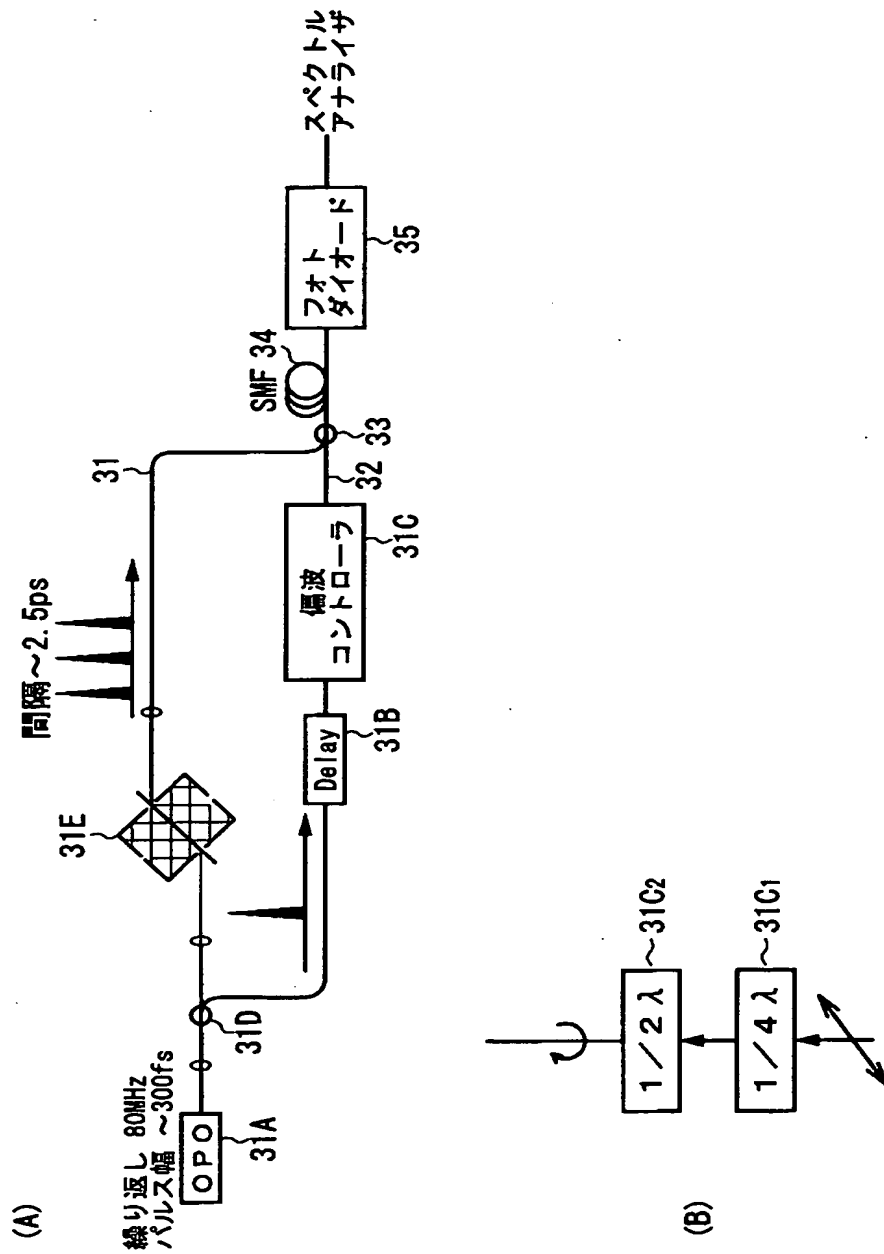
【図 4】

図 3 の光時分割多重化信号受信装置の動作原理を説明する図



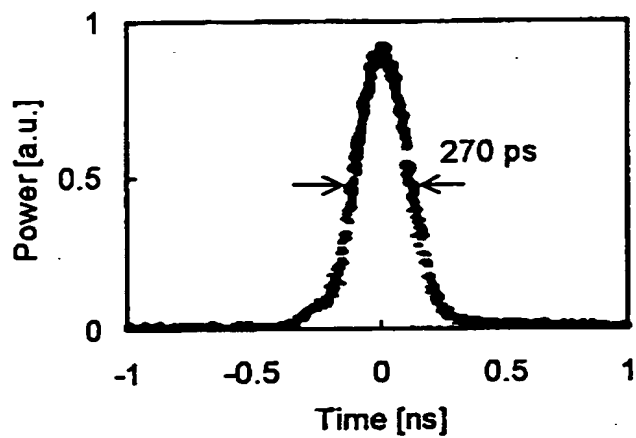
【図 5】

(A)、(B)は、図 3 の光時分割多重化信号受信装置に関する実験を説明する図



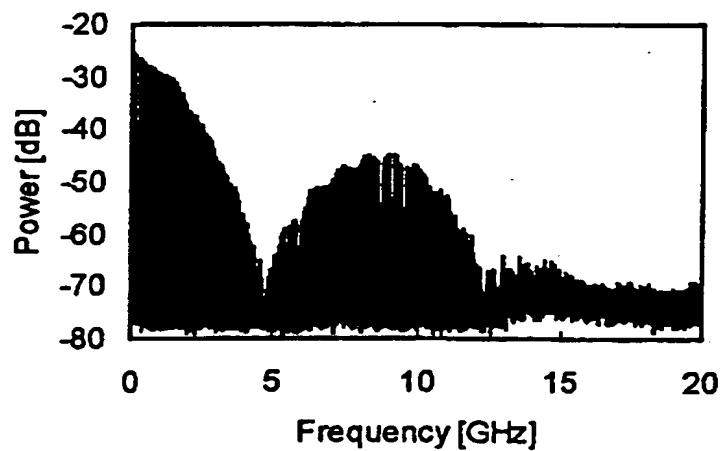
【図 6】

図 3 の光時分割多重化信号受信装置に関する  
実験を説明する別の図



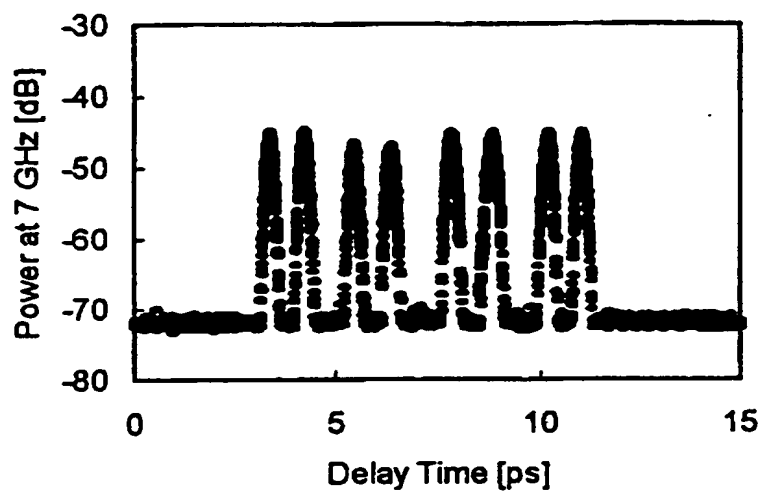
【図 7】

図 3 の光時分割多重化信号受信装置に関する  
実験を説明するさらに別の図



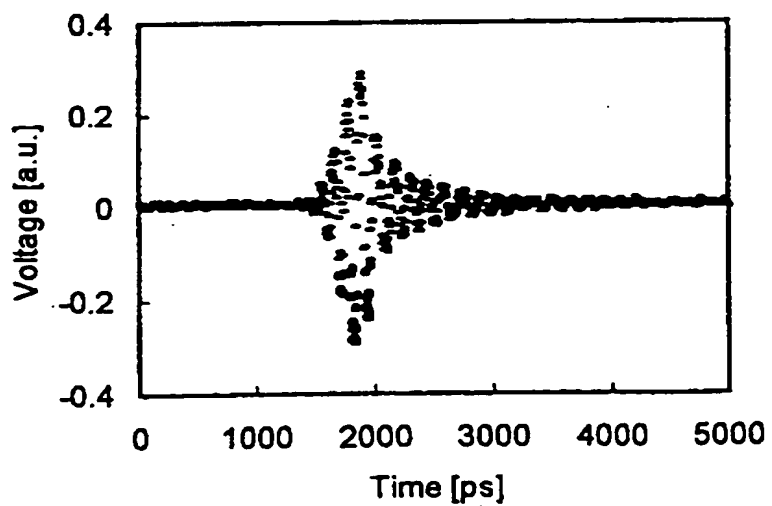
【図 8】

図 3 の光時分割多重化信号受信装置に関する  
実験を説明するさらに別の図



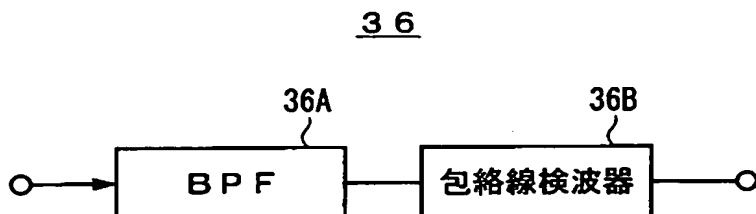
【図 9】

図 3 の光時分割多重化信号受信装置に関する  
実験を説明するさらに別の図



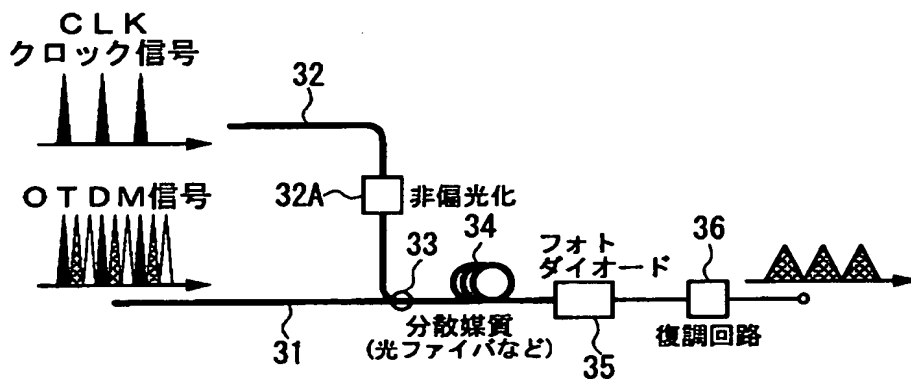
【図 1 0】

図 3 の光時分割多重化信号受信装置で使われる  
復調回路の構成を示す図



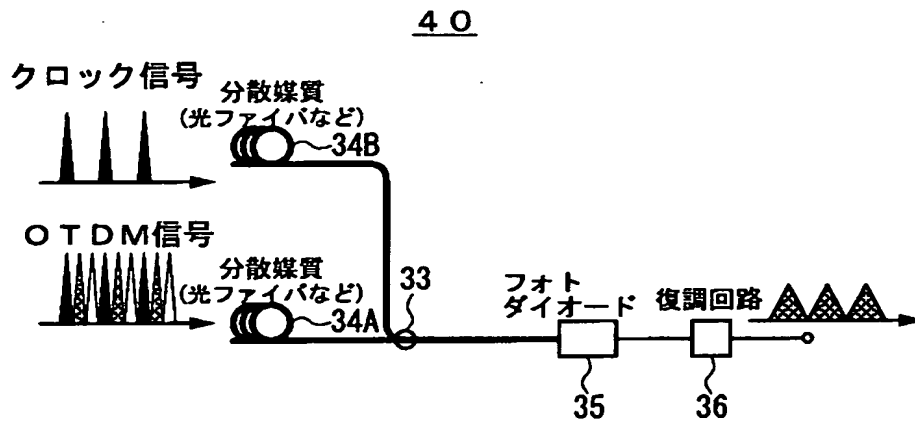
【図 1 1】

図 3 の光時分割多重化信号受信装置の一変形例を示す図



【図 1 2】

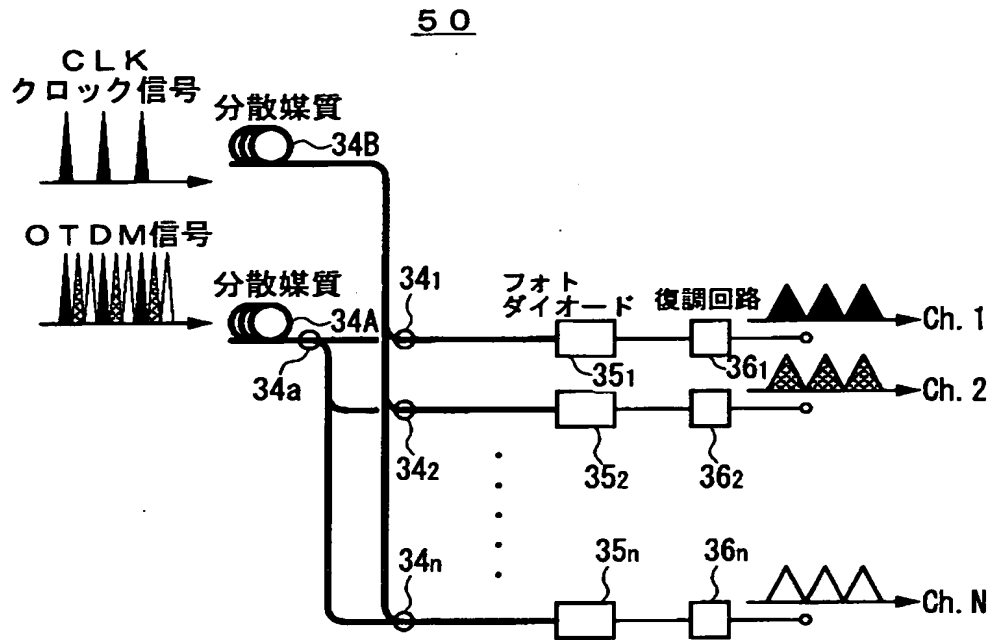
本発明の第 2 実施例による光時分割多重化信号  
受信装置の構成を示す図





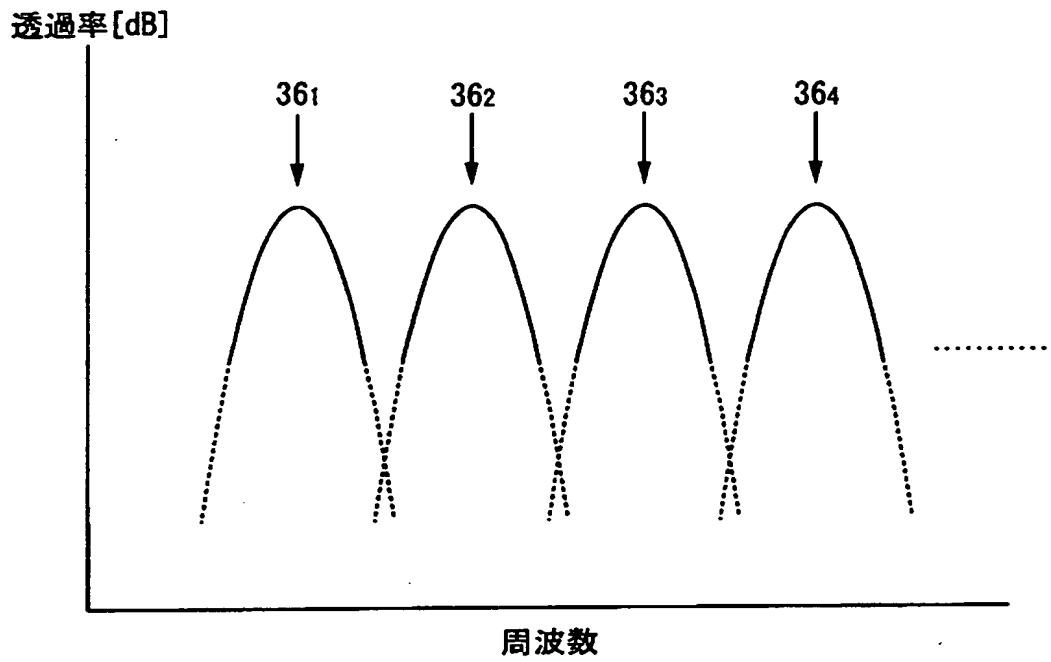
【図 1 3】

本発明の第 3 実施例による多チャンネル光時分割多重化信号  
受信装置の構成を示す図



【図 1 4】

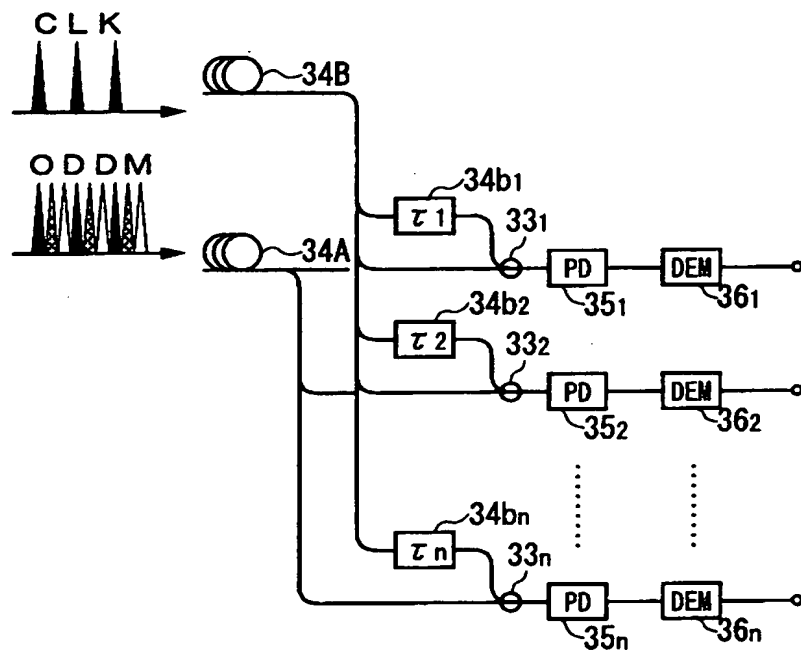
図 1 3 の受信装置中の復調回路で使われる  
帯域通過特性を示す図



【図 15】

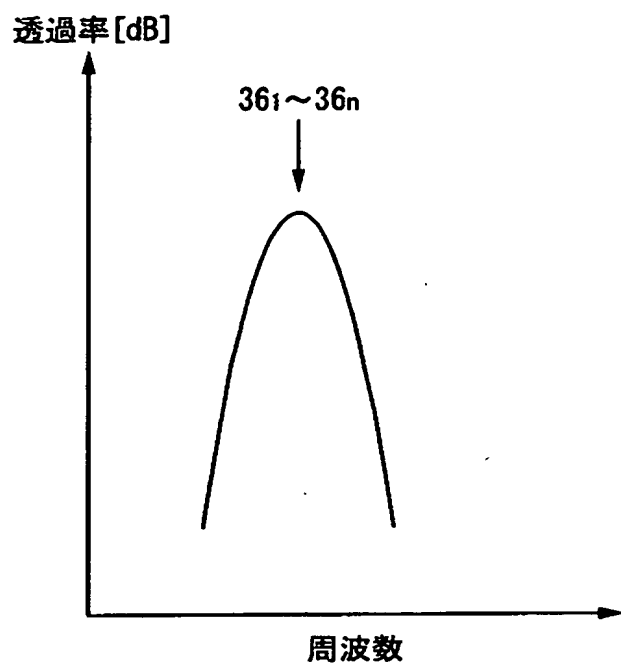
本発明の第 4 実施例による多チャネル光時分割多重化信号  
受信装置の構成を示す図

60



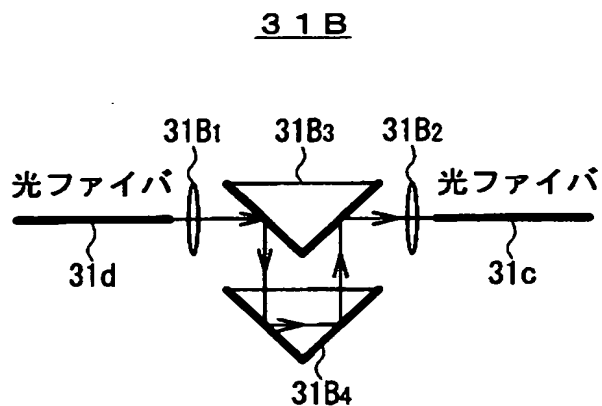
【図 1 6】

図 1 5 の受信装置中の復調回路で使われる  
帯域通過特性を示す図



【図 1 7】

本発明で使われる光遅延素子の構成を示す図



【書類名】                      要約書

【要約】

【課題】    簡単な構成を有する光時分割多重化信号の処理装置を提供する。

【解決手段】    入来する光時分割多重化信号と光クロック信号とを、分散媒質中においてチャープを与えた後で重畳し、ビート信号を光検出器により検出する。

【選択図】                      図 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 5 2 2 3 ]

1. 変更年月日	1 9 9 6 年 3 月 2 6 日
[変更理由]	住所変更
住 所	神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号
氏 名	富士通株式会社